

Наилучшим вариантом замкового соединения считается система Click и все ее разновидности. Такая система дает возможность аккуратно и надежно соединять детали и разбирать их. Для монтажа практически не требуются инструменты или дополнительные материалы.

Следует отметить, что на размалывающей поверхности предлагаемой гарнитуры с замковым креплением отсутствуют головки крепящих болтов. Это приводит к увеличению размалывающей поверхности гарнитуры на 8–10 %, что соответственно увеличивает эффективность размола полуфабриката в ножевых размалывающих машинах.

Библиографический список

1. Легоцкий, С. С. Размол бумажной массы / С. С. Легоцкий, Л. Н. Лаптев. – Москва : Лесная промышленность, 1981. – 94 с.
2. Пашинский, В. Ф. Машины для размола волокнистой массы / В. Ф. Пашинский. – Москва : Лесная промышленность, 1972. – 160 с.
3. Киселев, С. С. Эксплуатация и ремонт дисковых и конических мельниц / С. С. Киселев, В. Ф. Пашинский. – Москва : Лесная промышленность, 1979. – 208 с.
4. Бывшев, А. В. Механическое диспергирование волокнистых материалов : учебное пособие / А. В. Бывшев, Е. Е. Савицкий. – Изд-во Краснояр. ун-та, 1991. – 216 с.

УДК 674.05:631.06

А. А. Гришкевич, А. Ю. Юдицкий, Г. В. Алифировец

(A. A. Grishkevich, A. YU. YUdickij, G. V. Alifirovec)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@belstu.by

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПЕРИОД СТОЙКОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ

TECHNOLOGICAL MODES THAT DETERMINE THE DURABILITY PERIOD GRINDING TOOL AND CUTTING POWER

Одним из путей повышения эффективности эксплуатации деревообрабатывающего оборудования является определение критерия потери режущей способности инструмента и назначение мероприятий, позволяющих увеличить период его стойкости. Период стойкости, в частности, зависит от качества подготовки дереворежущего инструмента к работе, в том числе и шлифовального.

При работе на деревообрабатывающем оборудовании при шлифовании древесины и древесных материалов приходится сталкиваться с проблемой потери режущей способности инструмента в результате заполнения пространства между зернами продуктами резания и неполным их удалением в процессе очистки, что в значительной мере влияет на производительность процесса, увеличение энергопотребления и ухудшения качества обработанной поверхности.

One of the ways to increase the efficiency of operation of woodworking equipment is to determine the criterion for the loss of the cutting ability of the tool and the appointment of measures to increase its durability. The period of resistance, in particular, depends on the quality of preparation of the wood-cutting tool for work, including grinding.

When working on woodworking equipment when grinding wood and wood-based materials, one has to face the problem of loss of cutting ability of the tool as a result of filling the space between grains of cutting products and their incomplete removal during cleaning, which significantly affects the performance of the process, increase in energy consumption and deterioration of the surface quality.

Шлифование является широко используемым технологическим процессом в деревообработке, наибольшее распространение он получил в мебельном производстве, так как именно там требуется получать высокие классы шероховатости поверхности. Он же является одним из самых энергетически затратных режимов обработки.

Затруднительным при оптимизации процесса шлифования является и то обстоятельство, что этот процесс лезвийной механической обработки является особым и специфическим, к его описанию не могут быть непосредственно применены закономерности обычного лезвийного резания [1].

Было установлено, что при работе на оборудовании для шлифования потеря режущей способности шлифовального инструмента происходит не в результате округления режущих кромок, а в результате заполнения пространства между зернами продукции резания [2]. Это состояние пространства в значительной мере влияет на производительность процесса, увеличение энергопотребления, ухудшение качества обработанной поверхности.

В результате этого существует необходимость в определении таких режимов шлифования, при которых не будет происходить критического заполнения межзернового пространства продуктами резания. Это увеличит её режущие характеристики, и, следовательно, повысит срок эксплуатации до следующей замены инструмента. Так как при шлифовании детали остатки продуктов резания из-за своей мелкой фракции не полностью удаляются, шлифовальная лента теряет режущие способности. Это значительно сказывается на качестве обработки и ограничивает производительность оборудования.

Дальнейшее изучение таких оценочных показателей, как силы резания, мощность, качество обработанной поверхности, на которые существенно влияют такие технологические характеристики процесса, как скорость подачи, скорость резания, состояние инструмента, будет основано на проведении экспериментальных исследований.

На эффективность работы шлифовальной шкурки существенное влияние оказывает состояние межзернового пространства, которое в процессе работы инструмента заполняется продуктами резания (стружка-волокно, разрушенные зерна инструмента и другое) и не полностью удаляются существующими средствами очистки. С целью обеспечения требуемой степени очистки шлифовальной шкурки от продуктов резания при создании для этого новых механизмов требуется знать или усилие, или работу, или энергию отрыва продуктов резания из пространства между зернами. Количество активных, то есть взаимодействующих с обрабатываемой поверхностью зерен зависит от зернистости инструмента, степени округления абразивных зерен, площади контакта с обрабатываемым материалом [3].

Известны ранее проводимые экспериментальные исследования по изучению влияния касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины и древесных материалов на мощность резания путем статического нагружения материала шлифовальной шкуркой [4]. Учитывая ранее полученные данные [4], были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния режимов шлифования древесины сосны в реальном, динамическом режиме на мощность резания и производительность инструмента. Определены возможные пути увеличения периода стойкости шлифовальной шкурки.

Для проведения эксперимента использовалась широколенточная фрезерно-шлифовальная машина с числовым программным управлением Bulldog FRC 910 (рис. 1).

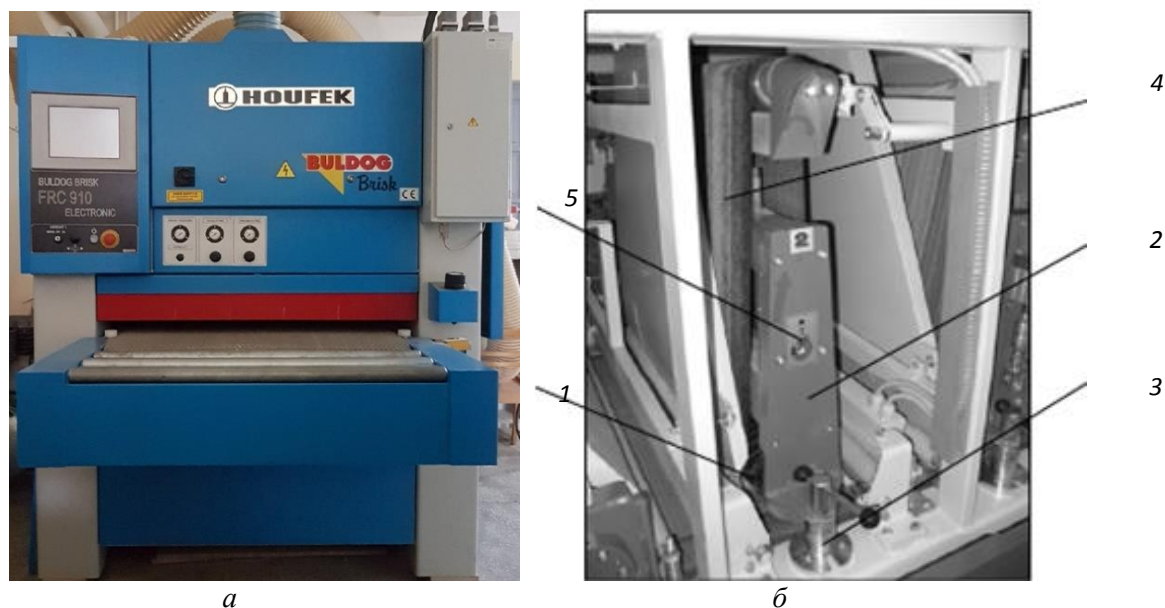


Рис. 1. Экспериментальная установка:

а – фрезерно-шлифовальная машина Bulldog FRC 910; *б* – калибровально-шлифовальный узел

В эксперименте использовался калибровально-шлифовальный узел машины Bulldog FRC 910 (рис. 1, *б*), куда была установлена новая шлифовальная шкурка зернистостью 150. Шлифовально-калибровальный узел оснащен механизмом осцилляции. Осцилляция шлифовальной ленты 4 управляется оптоэлектронным способом, контролирующий датчик работает с тремя инфракрасными лучами: средний осуществляет управление осцилляцией, крайние (правый и левый) выполняют функцию концевых выключателей. Частота осцилляции колеблется от 30 до 60 импульсов в минуту.

Поверхность вала 1 обрезинена. Регулирование вала по высоте (положения 1 и 2 на корпусе узла 2) на необходимую величину припуска, равного 0,3 и 0,4 мм, удаляемого за один технологический цикл, осуществляется при помощи установленного эксцентрика, который управляется с сенсорной панели. Опора узла 2, 3 обеспечивает его жесткость и фиксацию. Замена шлифовальной ленты 4 производится с помощью рычага 5, который регулирует положение верхнего направляющего вала.

Процесс задания режимов шлифования и снятия результатов описаны в работе А. А. Гришкевича [5].

Движение образцов материала происходит с одинаковой скоростью подачи и с установленным припуском. Шлифуемый материал подается на один и тот же участок ленты до появления прижогов. Одновременно происходит запись потребляемой мощности. После появления прижогов процесс прекращается. На последующем этапе эксперимента скорость подачи увеличивается, и исследование начинается заново, но уже на новом участке шлифовальной ленты. Изменения технологических режимов повторяются до тех пор, пока прижеги на шлифуемой поверхности не появятся в начале обработки. Далее происходит уменьшение припуска, и исследования проводятся по выше описанной последовательности.

В таблице представлены результаты проведенных экспериментов по определению критических режимов шлифования. Критерием критического режима будет являться образование прижогов на поверхности древесины. Установлены рациональные

(критические) режимы резания (для выбранных скоростей подачи V_s и припусков на обработку h), определяющие максимально возможную производительность оборудования при заданных технологических режимах.

Результаты эксперимента

V_s , м/мин	4	6	8	10	4	6	8	10
L , м. п.	$h = 0,3$ мм				$h = 0,4$ мм			
	$B = 200$ мм							
1	1,71	2,63	3,81	4,75	2,54	3,36	4,84	6,2
2	1,79	2,71	3,88	4,88	2,65	3,38	4,89	6,23
3	1,92	2,74	3,93	4,94	2,71	3,35	4,95	6,31
4	2,01	2,81	4,05	5,11	2,77	3,4	4,99	6,54
5	2,13	2,88	4,19	5,16	2,81	3,52	5,04	6,66
6	2,26	2,95	4,27	5,26	2,95	3,59	5,19	6,65
7	2,38	2,97	4,34	5,31	3,04	3,78	5,33	6,8
8	2,47	2,98	4,49	5,45	3,2	3,86	5,43	6,87
9	2,59	3,09	4,54	5,51	3,29	3,89	5,57	6,93
10	2,77	3,2	4,62	5,66	3,35	3,9	5,59	7,07
11	2,71	3,25	4,66	5,72	3,49	3,97	5,69	7,11
12	2,88	3,33	4,71	5,88	3,51	4,02	5,73	7,27
13	3,02	3,45	4,79	6,03	3,58	4,18	5,76	7,41
14	3,04	3,53	4,82	6,17	3,75	4,3	5,9	7,59
15	3,1	3,58	4,91	6,33	3,84	4,45	5,98	7,66
16	3,18	3,5	4,99	6,44	3,92	4,51	6,1	7,81
17	3,09	3,61	4,9	6,58	4,08	4,53	6,37	7,95
18	3,2	3,68	5,02	6,71	4,16	4,65	6,43	8,1*
19	3,23	3,8	5,08	6,72	4,18	4,78	6,57	8,25*
20	3,33	3,91	5,11	6,91	4,25	4,87	6,71	8,34*
21	3,36	3,95	5,15	6,98	4,38	4,93	6,79	8,44*
22	3,54	4,08	5,28	7,1*	4,41	5,08	6,86	8,58*
23	3,67	4,2	5,23	7,19*	4,45	5,11	6,94	8,63*
24	3,74	4,33	5,31	7,34*	4,68	5,13	7,09	8,79*
25	3,6	4,36	5,47	7,41*	4,75	5,28	7,14	8,81*
26	3,8	4,49	5,51	7,47*	4,84	5,43	7,26	8,83*
27	3,85	4,48	5,68	7,56*	4,9	5,54	7,39	8,79*
28	3,98	4,51	5,75	7,69*	5,09	5,7	7,53	8,88*
29	4,09	4,58	5,89	7,77*	5,16	5,83	7,6*	8,91*
30	4,12	4,6	6,11	7,8*	5,28	5,9	7,81*	8,98*

Примечание:

* – образование прижогов.

На рисунках 2 и 3 показаны графики зависимости полезной мощности $P_{пол}$, кВт, от длины обрабатываемого материала L , м. п., при различных режимах шлифования.

Как видно из графиков, при изменении скорости подачи с 4 до 6 м/мин не происходит существенного увеличения полезной мощности, а при изменении скорости подачи с 6 до 8 м/мин и более происходит значительное увеличение полезной мощности. Это свидетельствует о том, что пространство между зернами заполнено до критической величины продуктами резания и в результате трения их о поверхность материала заготовки увеличивается потребляемая мощность и в критических случаях образуются прижоги. Прижоги при припуске $h = 0,3$ мм начинаются на 22 м. п. при скорости подачи

10 м/мин, а при припуске $h = 0,4$ мм прижеги появились уже на 28 м. п. при скорости подачи 8 м/мин и на 18 м. п. при скорости подачи 10 м/мин.

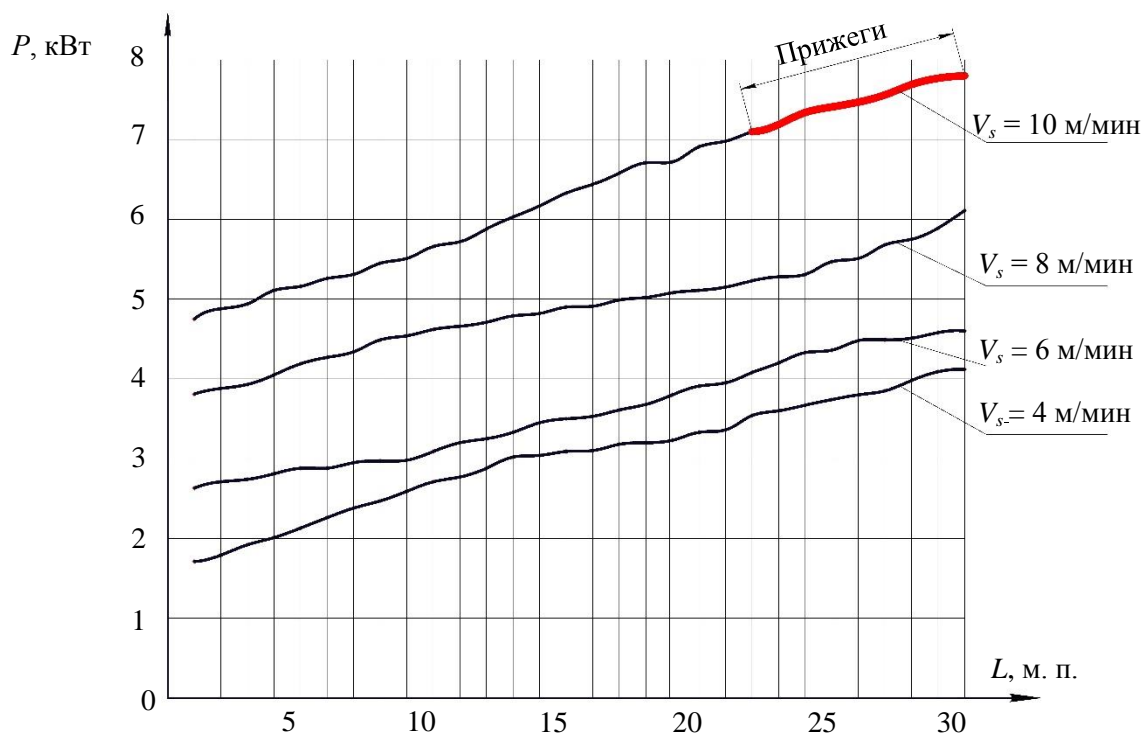


Рис. 2. График зависимости полезной мощности шлифования от длины обрабатываемого материала при припуске 0,3 мм

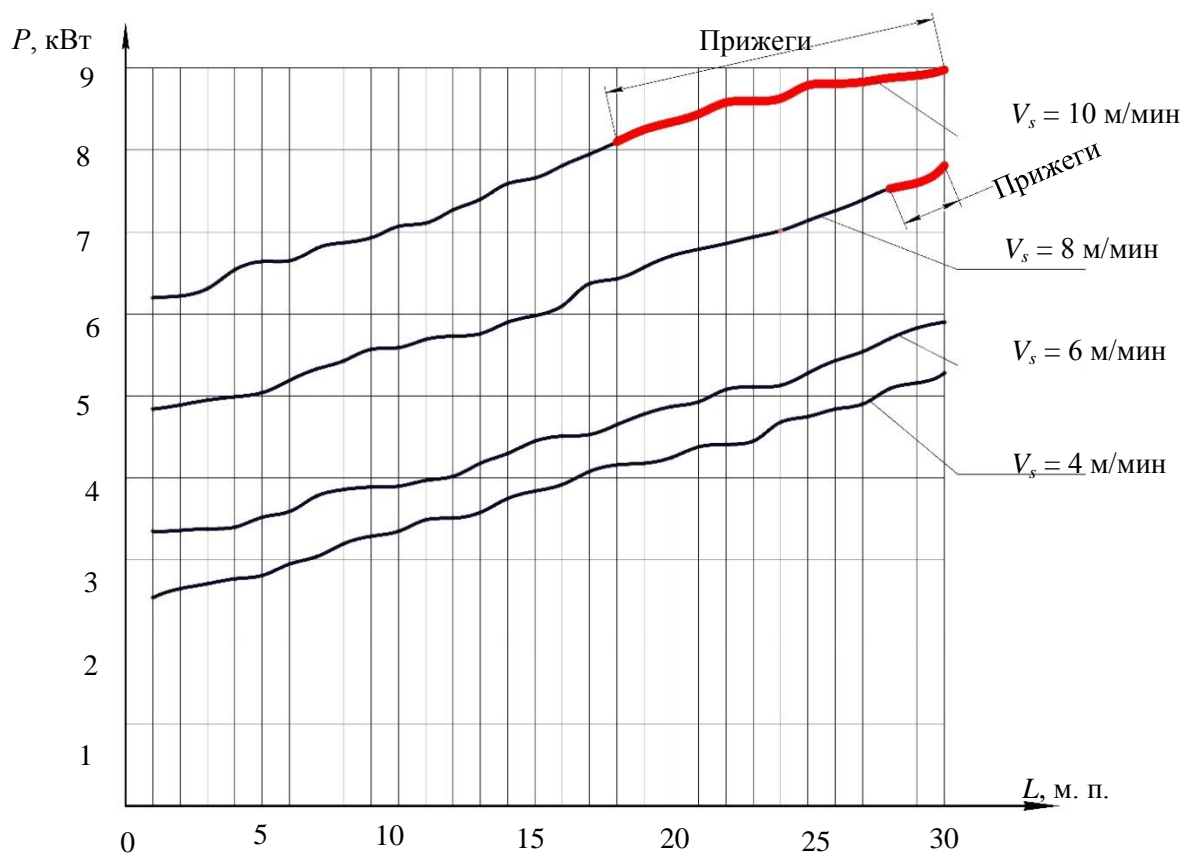


Рис. 3. График зависимости полезной мощности шлифования от длины обрабатываемого материала при припуске 0,4 мм.

На рисунке 4 показаны виды дефекта шлифования в виде прижогов.



Рис. 4. Дефекты на поверхности шлифования в виде прижогов

Существующие системы очистки шлифовальной шкурки от продуктов резания не являются совершенными и достаточно эффективными, что подтверждается результатами исследования, когда с увеличением пути резания увеличивается мощность шлифования.

Потеря режущей способности шлифовальной шкурки происходит в результате заполнения межзернового пространства, а не в результате округления режущей кромки зерна.

Как видно из графиков, при повышении скорости подачи с 4 до 6 м/мин не происходит существенного увеличения полезной мощности на резание, а при изменении скорости подачи с 6 до 8 м/мин и более происходит значительное увеличение полезной мощности. Это свидетельствует о том, что пространство между зернами полностью заполнено продуктами резания, и в результате трения их о поверхность материала заготовки повышается потребляемая мощность, и в критических случаях образуются прижиги.

Библиографический список

1. Любченко, В. И. Резание древесины и древесных материалов : учебное пособие для вузов / В. И. Любченко. – Москва : Лесная промышленность, 1986. – 296 с.
2. Гришкевич, А. А. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки / А. А. Гришкевич, О. И. Костюк // Деревообработка : технологии, оборудование, менеджмент XXI века : Труды X Международ. евразийского симпоз. – Екатеринбург, 2015. – С. 156–162.
3. Бершадский, А. Л. Резание древесины / А. Л. Бершадский. – Минск : Выш. шк., 1975. – 303 с.
4. Костюк, О. И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной, составляющей силы резания при шлифовании древесины / О. И. Костюк // Труды БГТУ. – Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2016. – № 2 (184). – С. 281–284.

5. Гришкевич, А. А. Механическая обработка древесины и древесных материалов, управление процессами резания. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие для вузов / А. А. Гришкевич. – Минск : БГТУ, 2014. – 90 с.

УДК 674.914:674.338

И. К. Клепацкий, В. В. Раповец

(I. K. Klepackij, V. V. Rapovec)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

**ПРОМЫШЛЕННАЯ АПРОБАЦИЯ
МЕТОДИК ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ
ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**INDUSTRIAL APPROBATION OF SURFACE HARDENING TECHNIQUES FOR
KNIVES OF MILLING AND CHAIRING EQUIPMENT**

Статья представляет результаты промышленной апробации дереворежущих ножей с модифицированной поверхностью торцово-конических фрез фрезерно-брусующего станка; выполнен их анализ.

По результатам промышленной апробации были установлены методики упрочнения ножей, которые позволили добиться результатов технологической стойкости равными и превосходящими по стойкости ножей зарубежного производства (период технологической стойкости увеличен до 20 % в сравнении с ножами, эксплуатируемыми на предприятии).

This article presents the results of industrial testing of modified wood-cutting knives of face-conical mills of a milling and chipper machine and their analysis is carried out

Based on the results of industrial testing, methods for hardening knives were established, which made it possible to achieve technological resistance equal and superior to that of imported knives (the period of technological resistance was increased to 20 % compared to the knives operated at the enterprise).

Повышение требований к качеству продукции из древесины, рациональное использование древесного сырья требуют новых разработок, нацеленных на совершенствование агрегатного оборудования.

Исходя из опыта производства, режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например, углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ [1–6]. Для фрезерно-брусующих станков также применяются различные методики увеличения технологической стойкости режущего инструмента [7].

Была изготовлена опытная партия ножей торцово-конических фрез из стали 6ХС, конструкции, аналогичной импортной (производства Faba, Польша, сталь 40Х10С2М), выбранной на основании ранее проведенных исследований [6–9]. Характеристика процесса потери режущей способности предопределяет необходимость упрочнения режущего инструмента в зонах с активным износом, так как за их границами свойства материала не играют роли в затуплении инструмента.

С точки зрения экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов упрочняющей обработке по улучшению свойств материала следует подвергать только